

Warszawski system ciepłowniczy a wybrane systemy europejskie



Opracowali:

inż. Mikołaj Włoch, Politechnika Warszawska

inż. Piotr Brzeziński, Politechnika Warszawska

Warszawa, maj 2010

Spis treści

1. Wstęp.....	3
2. Systemy ciepłownicze – Warszawa a wybrane miasta europejskie	4
2.1. Krótka charakterystyka systemów	4
2.2. Zarządzanie siecią.....	5
2.3. Produkcja ciepła	6
2.4. Sprzedaż ciepła	9
2.5. Zasilanie systemu – para czy gorąca woda?	10
2.6. Chłód sieciowy	11
3. Informacje uzupełniające	12
3.1. System ciepłowniczy w Warszawie.....	12
3.2. System ciepłowniczy w Kopenhadze	15
3.3. System ciepłowniczy w Monachium.....	19
3.4. System ciepłowniczy w Sztokholmie.....	26
3.5. System ciepłowniczy w Wiedniu	29
3.6. System ciepłowniczy w Pradze.....	32

1. Wstęp

System ciepłowniczy to sieć ciepłownicza oraz współpracujące z nią urządzenia lub instalacje służące do wytwarzania lub odbioru ciepła. Każdy system posiada źródło, czyli miejsce, w którym ciepło jest produkowane. Jest ono następnie przekazywane ze źródła (w formie ciepłej wody lub pary wodnej o odpowiedniej temperaturze) do sieci ciepłowniczych przedsiębiorstw zajmujących się jego dostawą do odbiorców – klientów. W Warszawie źródłem ciepła są elektrociepłownie i ciepłownie należące do Vattenfall Heat Poland S.A., z kolei sieć ciepłownicza należy do Stołecznego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej S.A.

Warszawski system ciepłowniczy jest największym systemem scentralizowanym w kraju i jednym z największych w Europie. Początki scentralizowanego zaopatrzenia w ciepło sięgają II połowy XX wieku. Utworzenie Stołecznego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej S.A. miało miejsce w 1952 roku. Już w 1971 roku 60% warszawskich budynków korzystało z sieci ciepłowniczej. Obecnie system ciepłowniczy SPEC S.A. liczy niemal 1 700 km sieci i zasila 190 km² obszaru miejskiego. Ciepło dostarczane jest do 19 000 obiektów na terenie Warszawy, pokrywając ok. 80% potrzeb cieplnych stolicy. Najstarszą częścią sieci jest odcinek Świętokrzyska-Krucza, który pracuje nieprzerwanie od 55 lat.

W niniejszym raporcie porównaliśmy systemy ciepłownicze w Warszawie, Kopenhadze, Monachium, Sztokholmie, Wiedniu i Pradze. Miasta zostały dobrane tak, by pokazać różne sposoby zarządzania siecią, dynamikę ich rozwoju oraz korzystanie ze źródeł ciepła. Monachium to najbogatsze miasto w jednym z najdynamiczniej rozwijających się krajów Europy, więc stan sieci ciepłowniczej był tu szczególnie interesujący. Wiedeń ma największy udział w produkcji ciepła z odpadów komunalnych, a Praga posiada sieć niewiele krótszą od Warszawy. Natomiast Sztokholm i Kopenhaga należą do miast, gdzie dużo inwestuje się w modernizację sieci oraz źródeł ciepła (szczególnie dynamiczny rozwój obserwujemy w Danii).

2. Systemy ciepłownicze – Warszawa a wybrane miasta europejskie

2.1. Krótka charakterystyka systemów

Warszawski system ciepłowniczy to jeden z największych i mających najdłuższą historię w Europie. Wyróżnia się długością rurociągów – liczy ponad 1 700 km rur, na które składa się ponad 300 km magistrali oraz po 700 km rurociągów rozdzielczych i przyłączy. Pokrywa 80% potrzeb cieplnych stolicy – zasila obszar o powierzchni 190 km², ciepło dociera do 19 000 obiektów, a kubatura ogrzewanych budynków przekracza 230 mln m³. Ciepło wytwarzane jest w dwóch ciepłowniach i dwóch elektrociepłowniach, a system zasilany jest gorącą wodą.

Z omawianych w niniejszym raporcie systemów ciepłowniczych na drugim miejscu, pod kątem długości sieci, plasuje się praska sieć, która liczy 1 365 km rurociągów. Zaopatruje w ciepło ponad 200 000 gospodarstw domowych oraz tysiące firm i zakładów z Pragi oraz pobliskiego miasta Neratovice. System zasilany jest przez trzy elektrociepłownie.

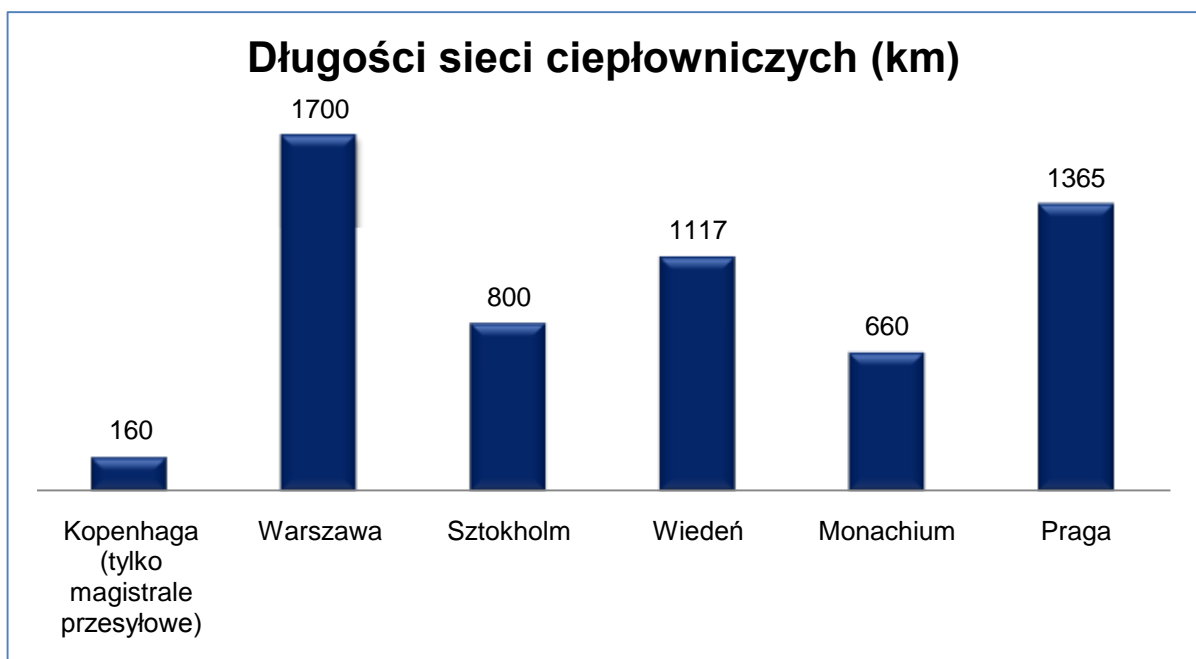
Na trzecim miejscu uplasował się Wiedeń, którego sieć składa się z 542 km magistrali oraz 575 km rurociągów rozdzielczych, co w sumie stanowi 1 117 km. Dodatkowo w skład systemu wchodzi lokalne sieci ciepłownicze liczące 51 km. Wiedeński system pokrywa 36% potrzeb cieplnych miasta – korzysta z niego 296 000 mieszkań oraz 5 831 dużych odbiorców (zakłady przemysłowe, urzędy, itp.). System zasilany jest głównie gorącą wodą. Ciepło wytwarzane jest w czterech elektrociepłowniach, trzech ciepłowniach i trzech spalarniach.

Sztokholmski system ciepłowniczy to 800 km rurociągów. Produkowane w czterech elektrociepłowniach ciepło sieciowe dostarczane jest do 60% użytkowników ciepła – dociera do 6 000 odbiorców.

Powstały w 1908 roku monachijski system ciepłowniczy liczy 660 km rurociągów. Początkowo sieć była zasilana głównie parą. Od 2003 roku sieć parowa w centrum miasta jest przebudowywana na sieć wodną, co przyczynia się do obniżenia kosztów

eksploatacyjnych. Szacuje się, że z sieci korzysta ponad 100 000 mieszkańców. Główne źródła energii to cztery elektrociepłownie i osiem ciepłowni.

System ciepłowniczy w Kopenhadze jest oparty na trzech poziomach: producenci, dwie spółki przesyłowe i spółki dystrybucyjne. Ciepło dostarczane jest zarówno do mieszkańców miasta, jak i do podmiejskiej części Kopenhagi – Vestengen. W samej Kopenhadze ciepło dociera do 90% populacji, czyli do ok. 275 000 gospodarstw domowych. System zasilany jest przez cztery elektrociepłownie i kilka zakładów zajmujących się utylizacją śmieci.



Rys. 1 Porównanie długości sieci ciepłowniczej

2.2. Zarządzanie siecią

Warszawską siecią ciepłowniczą zarządza Stołeczne Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej S.A. Podobny system, polegający na dystrybuowaniu ciepła przez jeden podmiot, jest także stosowany w Pradze, Monachium i Wiedniu. Rozwiązanie to jest korzystne z kilku względów. Przede wszystkim zarządca sieci ma stałą kontrolę nad jej stanem. Co więcej, nowe inwestycje planowane są tak, aby klienci byli w jak najmniejszym stopniu narażeni na brak zasilania w ciepło. Warszawską sieć

ciepłowniczą wyróżnia fakt, że należy ona do spółki miejskiej. Dzięki temu miasto ma wpływ na rozwój sieci dystrybucyjnej, a jej zyski wspierają budżet stolicy.

Dodatkową zaletą warszawskiego systemu jest rozgałęźno-pierścieniowa sieć ciepłownicza. Oznacza to, że każdy obszar może być zasilany z różnych źródeł, a odbiorcy mają pewność dostaw w razie awarii jednego z nich. W niektórych miastach (np.: w Kopenhadze i Sztokholmie) liczba pierścieni jest ograniczona, co zmniejsza możliwości dwustronnego zasiania odbiorców.

Warto zwrócić też uwagę na zupełnie inne zarządzanie siecią w Kopenhadze i Sztokholmie. W pierwszym z tych miast sieć ciepłownicza podzielona jest pomiędzy dwóch właścicieli. Z kolei w Sztokholmie prawie każdy wytwórca ciepła posiada własny odcinek sieci, a oprócz tego istnieje jeszcze dwóch niezależnych dystrybutorów kupujących ciepło u dostawców.

2.3. Produkcja ciepła

W Warszawie głównym producentem ciepła jest firma Vattenfall Heat Poland S.A., która jest właścicielem większości zakładów produkcyjnych – dwóch elektrociepłowni (Siekierki i Żerań) oraz dwóch ciepłowni (Kawęczyn i Wola). Pozwala to na stałe monitorowanie produkcji, a w razie awarii systemu w jednym z zakładów mogą go zastąpić inne. Dzięki temu zdolności produkcyjne wszystkich jednostek są wykorzystywane efektywnie, a decyzje podejmowane szybko i sprawnie. W Sztokholmie, gdzie jest kilku producentów ciepła, konieczna jest ciągła wymiana informacji, a decyzje muszą być podejmowane wspólnie przez wszystkie firmy. Nie zawsze jest to łatwe i może utrudniać szybkie osiągnięcie zakładanych celów, co w konsekwencji odbija się na klientach.

Co ciekawe, warszawskie elektrociepłownie funkcjonują już od bardzo wielu lat, np. Elektrociepłownia Żerań pracuje nieprzerwanie od 1954 roku. Do ich efektywnego funkcjonowania przyczynia się ciągle inwestowanie Vattenfall Heat Poland S.A. w rozwój, a także liczne usprawnienia źródeł. Jednak konieczne są także inwestycje w nowe jednostki wytwórcze. Jest nią m.in. planowana budowa nowego bloku energetycznego w Elektrociepłowni Siekierki, a w dalszej perspektywie także

w Elektrociepłowni Żerań. Nowy blok w Elektrociepłowni Siekierki będzie nie tylko konstrukcją nowoczesną technologicznie, ale ze względu na umiejscowienie w obrębie miasta będzie też posiadać ciekawą architekturę wpisującą się w otoczenie.

Firma Vattenfall Heat Poland S.A., jako wiodący producent ciepła dla Warszawy, stara się wytwarzać je w sposób jak najbardziej przyjazny dla środowiska. Głównym źródłem ciepła sieciowego w stolicy są elektrociepłownie, co jest ogromną zaletą. Ciepło i prąd są wytwarzane w kogeneracji, czyli w jednym układzie technologicznym. Pozwala to na zmniejszenie emisji spalin i zaoszczędzenie paliwa o ok. 30% w stosunku do produkcji w dwóch odrębnych zakładach. Przekłada się to również na niską cenę generowanego ciepła. W Kopenhadze ok. 80% ciepła produkuje się w elektrociepłowniach, podobnie jest w Sztokholmie czy Pradze.

W porównaniu do innych miast nasz system jest bardzo wydajny i wysokosprawny. Niektóre systemy zasilane są przez trzy (Praga) lub cztery (Monachium, Sztokholm, Kopenhaga, Wiedeń) elektrociepłownie, wspierane także ciepłowniami i spalarniami, a warszawski przez większą część roku korzysta tylko z dwóch elektrociepłowni. Ciepłownie to jednostki szczytowe, które uruchamiane są rzadko, a czas ich pracy jest ograniczany do niezbędnego minimum.

Vattenfall Heat Poland S.A. stopniowo zwiększa udział biomasy w mieszance paliwowej. W obu warszawskich elektrociepłowniach część produkowanej energii cieplnej i elektrycznej jest pozyskiwana ze spalania biomasy. Ponadto, w Elektrociepłowni Żerań dwa kotły fluidalne umożliwiają współspalanie biomasy z węglem, co przyczynia się do zmniejszenia emisji CO₂.

Takie tendencje możemy również zauważyć w Europie. Wiedeński system ciepłowniczy całkowicie zrezygnował z korzystania z węgla jako paliwa. Z kolei w systemach ciepłowniczych Monachium i Kopenhagi jednostki węglowe są zastępowane przez bardziej nowoczesne, mniej uciążliwe dla środowiska i otoczenia technologie wykorzystujące gaz, oleje opałowe lub biomasę. Paliwa te powodują znacznie mniejsze zanieczyszczenie środowiska.

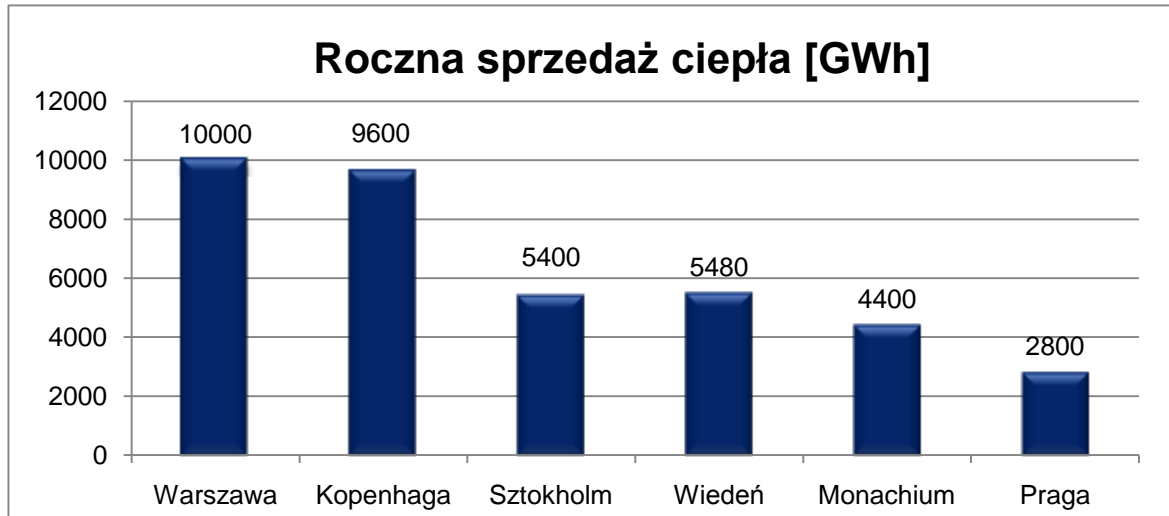
Coraz popularniejszym w Europie sposobem pozyskiwania ciepła jest spalanie odpadów komunalnych. Jest to sposób pożądaný w naszym kraju, który jest

zalewany przez tony śmieci (szczególnie w Warszawie). Duże spalarnie istnieją już w Wiedniu, Kopenhadze i Sztokholmie. Aż 27% ciepła produkowanego przez wiedeński system ciepłowniczy pochodzi ze spalania odpadów. Wywołuje to wiele kontrowersji wśród społeczeństwa, które wynikają głównie z niewiedzy o tym, jakiego typu obiektami są współczesne spalarnie. Jednak trudno nie zauważyć korzyści płynących z tego rozwiązania. Oprócz produkcji energii elektrycznej i ciepła utylizowane są odpady komunalne – pozwala to na pozbycie się ogromnego problemu, jakim jest ich składowanie. Już niedługo w związku z wymogami Unii Europejskiej Polska będzie musiała inwestować w spalarnie, które prawdopodobnie będą należały do najtańszych źródeł ciepła.

Obecnie w Warszawie niewielka ilość ciepła (ok. 1,1%) produkowana jest ze spalania odpadów komunalnych przez Zakład Unieszkodliwiania Stałych Odpadów Komunalnych (ZUSOK), który należy do miasta stołecznego Warszawy. W ubiegłym roku władze Warszawy zdecydowały o rozbudowie zakładu. Projekt rozbudowy warszawskiej spalarni znalazł się na liście projektów kluczowych, którą polski rząd przedstawił Unii Europejskiej. Inwestycja jest tak dochodowa, że nie mamy szans na dofinansowanie z Unii. Spalarnia będzie zarabiała m.in. na produkcji tzw. zielonej energii – ze spalania śmieci uzyska energię cieplną (5 proc. zapotrzebowania rocznego miasta) i elektryczną (1 proc. zapotrzebowania stolicy). Ratusz zamierza ogłosić przetarg na wykonawcę już w listopadzie tego roku, a inwestycja ma powstać najpóźniej do połowy 2015 r.

Stolica powinna w końcu uporać się z rosnącym problemem odpadów miejskich, rozbudować spalarnie śmieci wyposażone w źródła kogeneracyjne z myślą o zysku z produkcji energii elektrycznej. Takie rozwiązania stosuje się w najbardziej rozwiniętych miastach europejskich.

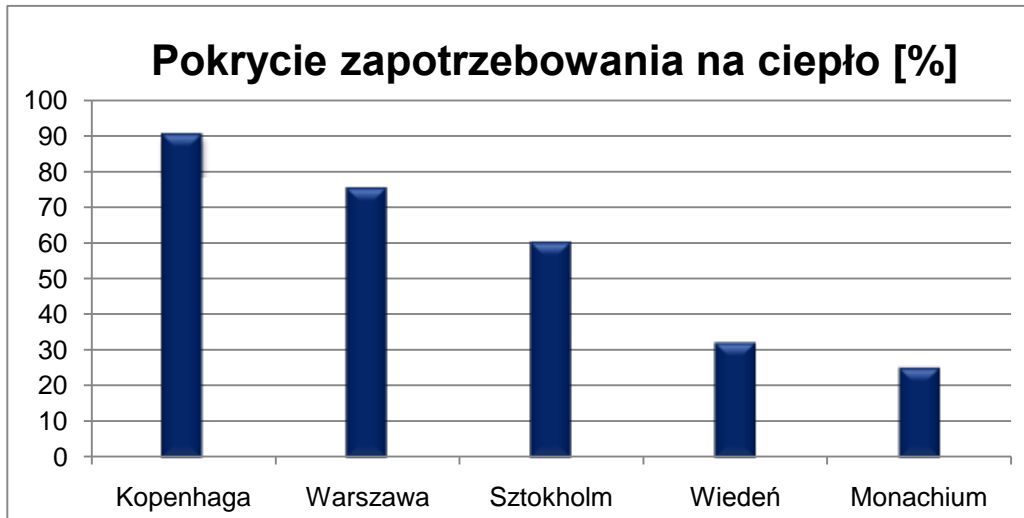
2.4. Sprzedaż ciepła



Rys. 2 Porównanie ilość sprzedanego ciepła w ciągu roku

Warszawski system ciepłowniczy wyróżnia się ilością sprzedanego ciepła w ciągu roku (Rys. 2), co z pewnością znajduje swoje uzasadnienie w tym, że jest on jednym z największych w Europie. Natomiast porównując miasta pod kątem pokrycia zapotrzebowania na ciepło, Warszawa znajduje się na drugim miejscu zaraz po Kopenhadze (Rys. 3). Dalszą pozycję zajmuje Sztokholm, gdzie system zapewnia 60% potrzeb cieplnych miasta. Systemy Monachium i Wiednia dostarczają kolejno: 25% i 32% ciepła.

Należy wspomnieć, że Warszawa podobnie jak Monachium i Kopenhaga od niedawna posiada w systemie akumulator ciepła, co pozwala na ładowanie zasobnika ciepła w nocy i rozładowywanie go w ciągu dnia w szczytach zapotrzebowania na ciepło. Optymalizuje to produkcję ciepła i prądu z korzyścią zarówno dla wytwórcy, jak i odbiorców.



Rys. 3 Porównanie pokrycia zapotrzebowania miast na ciepło

2.5. Zasilanie systemu – para czy gorąca woda?

Warszawski system ciepłowniczy jest zasilany gorącą wodą. Wykorzystanie pary technologicznej występuje jedynie na niewielkim odcinku po praskiej stronie (POLFA Tarchomin). Podobna sytuacja ma miejsce w Wiedniu, gdzie sieć zasilana parą ma jedynie 4 km. Monachium czy w mniejszym stopniu, Kopenhaga, używają pary wodnej do ogrzewania, ale obecnie od tego odchodzą. System ten jest niekorzystny, ponieważ w sieci występują duże straty ciepła ze względu na wysokie parametry pary. Ponadto, rury stosowane w parowej sieci ciepłowniczej są droższe, co przekłada się na wyższe koszty budowy i eksploatacji systemu. Jeszcze w 2003 roku Monachium posiadało 230 km z 660 km stalowych rur do przesyłu pary. Od tamtej pory sieć parowa jest stopniowo przebudowywana – 90 km jest już wymieniona na nowoczesne rury preizolowane. W planach na najbliższe lata jest przebudowanie kolejnych 140 km sieci.

Korzyści płynące ze zmiany w sieci ciepłowniczej pary na gorącej wodę:

- uzyskanie niższych temperatur nośnika w sieci,
- obniżenie kosztów uzyskiwania ciepła,
- bardziej efektywne wytwarzanie energii elektrycznej poprzez niższe parametry pary z upustu turbiny,
- eliminacja gospodarki kondensatu,
- zmniejszenie strat ciepła,
- łatwiejsza modernizacja (obudowa rur z tworzyw sztucznych) oraz tańsza rozbudowa.

Pod względem udziału rur preizolowanych w sieci ciepłowniczej Warszawa ustępuje Wiedniowi, ale mieści się w standardach europejskich miast. Wiedeń posiada 575 km rur preizolowanych, co stanowi nieco ponad 50% długości całej sieci. W przypadku Warszawy i Monachium jest to ok. 35% długości sieci.

2.6. Chłód sieciowy

Chłód sieciowy to alternatywa dla rozproszonych instalacji klimatyzacyjnych, które zużywają dużo energii elektrycznej. Korzystanie z chłodu sieciowego pozwala na oszczędność paliwa, a ponadto, eliminuje konieczność korzystania z freonów, które niekorzystnie wpływają na środowisko. Takie rozwiązanie jest wykorzystywane w większości opisywanych systemów, m.in. w: Monachium, Kopenhadze, Sztokholmie, Wiedniu.

W Sztokholmie i Kopenhadze chłód sieciowy wytwarzany jest z wody morskiej, a w Monachium, gdzie w ostatnich latach sieć została rozbudowana, zimna woda pobierana jest z głębi ziemi i tłoczona do sieci chłodniczej. Wiedeń wytwarza chłód z ciepła sieciowego, ale planuje ogromny rozwój mocy chłodniczej – do 2020 roku ma ona wynosić 200 MW. W Sztokholmie moc chłodnicza już wynosi 300 MW.

Jest to stosunkowo nowy obszar działalności spółek dystrybucyjnych w Europie. W Sztokholmie chłód sieciowy dystrybuowany jest od 1994 roku, w Monachium od

2004 roku. Popyt na tę usługę cały czas rośnie, co ma bezpośredni wpływ na jej szybki rozwój. Większość sieci, tak jak w Sztokholmie, do dystrybucji chłodu wykorzystuje w dużej mierze istniejącą infrastrukturę. Jest on rozprowadzany za pomocą rurociągów ułożonych w istniejących tunelach rur systemu ciepłowniczego. W Warszawie także rozważane jest wykorzystywanie ciepła z miejskiej sieci ciepłowniczej do wytwarzania chłodu. Dotychczasowe projekty pilotażowe (m.in. wytwarzanie chłodu do klimatyzacji obiektów dwóch szkół wyższych oraz produkcja energii chłodniczej dla potrzeb klimatyzacji modernizowanego budynku biurowego Elektrociepłowni Żerań) nie zostały zrealizowane. Obecnie Vattenfall Heat Poland S.A. rozważa realizację pilotażowej instalacji tego typu w Elektrociepłowni Siekierki.

3. Informacje uzupełniające

3.1. System ciepłowniczy w Warszawie

Warszawski system ciepłowniczy jest największym systemem scentralizowanym w kraju i jednym z największych w Europie. Początki centralnego ogrzewania sięgają II połowy XX w. Utworzenie Stołecznego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej miało miejsce w 1952 roku. Już w 1971 roku 60% budynków warszawskich korzystało z sieci ciepłowniczej. Najstarszą częścią sieci jest odcinek Świętokrzyska-Krucza, który pracuje nieprzerwanie od ponad 55 lat.

Obecnie zasilany obszar miejski to 190 km², a kubatura zasilanych obiektów to 230 mln m³. Ciepło dostarczane jest do 19 000 obiektów na terenie Warszawy, pokrywając ok. 80% potrzeb ciepłych stolicy.

System ciepłowniczy SPEC S.A. stanowi niemal 1 700 km sieci, w tym rurociągi magistralne (o średnicach nominalnych DN ≥ 400) stanowią 18%, rurociągi rozdzielcze 40%, a przyłącza 42%. Moc zamawiana w źródłach to ok. 3 700 MW, a moc zamawiana przez odbiorców w SPEC to ok. 5200 MW. Rocznie za

pośrednictwem sieci ciepłowniczej dostarczane jest odbiorcom ok. 10 000 GWh ciepła. Straty w sieci i węzłach cieplnych stanowią nieco ponad 10%.

W skład przedsiębiorstwa wchodzi siedem Zakładów Energetyki Ciepłej: ZEC Żoliborz, Ochota, Wola, Mokotów, Śródmieście, Praga Północ oraz Praga Południe. Zakłady dzielnicowe zapewniają bieżącą obsługę oraz utrzymanie sprawności technicznej w dzielnicach.



Rys. 1 Warszawski system ciepłowniczy

Całkowita długość sieci ciepłowniczej wynosi 1700 km:

1. warszawski system ciepłowniczy – 1676 km
2. system ciepłowniczy w Międzyzlesiu – 14 km
3. system ciepłowniczy w Ursusie – 10 km

System w Ursusie zasilany jest z Elektrociepłowni Energetyka.

Częścią systemu są przepompownie sieci ciepłej, które pracują w razie zbyt niskiego ciśnienia oraz przepływu (w miejskiej sieci ciepłowniczej są cztery przepompownie: Batorego, Marymont, Gołędzinów i Powiśle). W skład przepompowni wchodzi armatura, układ sterujący oraz pompy: pompujące wodę

z rurociągów zasilanych z elektrociepłowni oraz pompujące wodę powrotną. Pompy zapewniają nadciśnienie wody powrotnej na poziomie 1-2 bar.

Ważnym elementem systemu ciepłowniczego jest węzeł cieplny, czyli zakończenie sieci w budynku. W Warszawie jest około 15 000 węzłów składających się z jednostopniowego wymiennika centralnego ogrzewania oraz dwustopniowego wymiennika ciepłej wody. Każdy węzeł wyposażony jest w licznik ciepła oraz automatykę pogodową (tzw. pogodynkę), czyli sterownik elektroniczny wykorzystujący do sterowania ilością ciepła czujki temperatury powietrza i czujniki temperatury wody zasilającej i powrotnej. Urządzenie to reaguje na temperaturę zewnętrzną i gdy spadnie ona poniżej ustalonego pułapu, uruchamia dostawę ciepła do budynku.

Należy również wspomnieć o komorach ciepłowniczych, których na terenie Warszawy znajduje się około 5 tysięcy.

W latach 1986–2005, czyli przez ponad 20 lat, w stolicy stosowano rury grubościenne. Przyczyną tego była zła jakość wody sieciowej. Zbyt duży ubytek wody w systemie (dochodzący do 1300 t/h w latach 80. i 500 t/h w latach 90. XX wieku) uniemożliwiał odpowiednie jej przygotowanie w tak krótkim czasie. Obecnie ubytek wody zmniejszył się do ok. 300 t/h w sezonie i ok. 200 t/h latem. Woda uzupełniająca braki w sieci podlega procesowi odwróconej osmozy i demineralizacji, co poprawia jej jakość w sieci. Dzięki lepszemu przygotowaniu wody sieciowej 4 lata temu odstąpiono od stosowania rur grubościennych. Pozwala to ograniczyć nakłady inwestycyjne na budowę rurociągów o około 5%.

Sieć pary technologicznej ($p = 1 \text{ MPa}$; $t = 245^\circ\text{C}$), która znajduje się po praskiej stronie Wisły, okazuje się zbyt duża dla POLFY Tarchomin, która jest głównym odbiorcą ciepła na tym terenie – zakładom tym potrzeba jedynie 17 MW mocy. Do Fabryki Samochodów Osobowych dociera również woda technologiczna ($p = 1 \text{ MPa}$, $t = 135^\circ\text{C}$) jednak ze względu na niewielką produkcję zakład korzysta z wody o temperaturze 135°C .

Latem przepływ w sieci ciepłowniczej jest niski (7000–1200 t/h). Stanowi to dość duży problem, ponieważ mały odbiór wody wiąże się z dużymi stratami przesyłu. Latem wynoszą one ok. 25–28% (dla porównania zimą jest to jedynie 8%–10%).

W ostatnich latach (2006–2009) notuje się średnio 400 awarii sieci ciepłowniczej. Należy to uznać za spory sukces – w 1979 roku było ich 2500. Usuwaniem awarii miejskiej sieci ciepłowniczej i ich skutków zajmują się ZEC-e oraz pogotowie ciepłownicze SPEC S.A.

Źródła ciepła

1. Elektrociepłownia Żerań

Pracuje od 1954 roku. Moc cieplna wynosi 1561 MWq, moc elektryczna 350 MW. Urządzeniami podstawowymi są: 2 kotły fluidalne OF-z 450, 4 kotły parowe OP-230, 5 kotłów wodnych WP-120 oraz 8 turbozespołów ciepłowniczych i jeden przeciwprężny.

2. Elektrociepłownia Siekierki

Pracuje od 1961 roku. Moc cieplna wynosi 2081 MWq, moc elektryczna 622 MW. Elektrociepłownia posiada cztery bloki ciepłownicze. Część kolektorowa złożona jest z 4 kotłów parowych i 5 turbin.

3. Ciepłownia Wola

Uruchomiona została w 1973 roku. Moc cieplna wynosi 465 MWq (rozpoczęcie pracy przy temp. -10°C). Ciepłownia ma zainstalowane 4 kotły wodne opalane mazutem lub lekkim olejem opałowym.

4. Ciepłownia Kawęczyn

Uruchomiona została w 1983 roku. Jej moc cieplna to 605 MWq (rozpoczęcie pracy przy temp. -4°C). Ma zainstalowane 3 kotły wodne opalane węglem kamiennym.

5. Zakład Unieszkodliwiania Stałych Odpadów Komunalnych (ZUSOK)

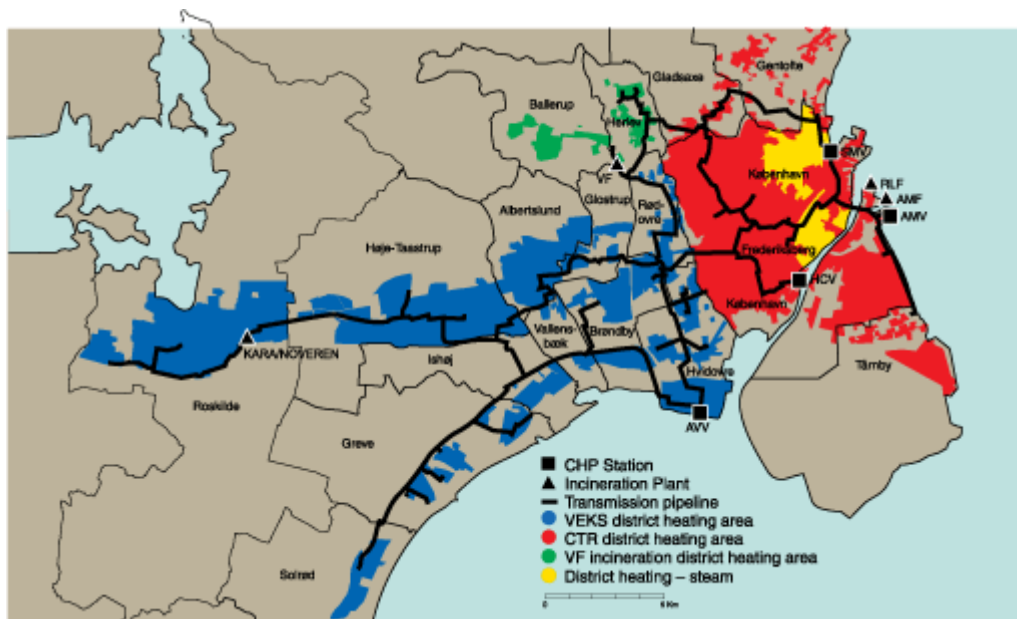
Spalarnia przetwarza odpady miejskie produkując 10,73 MWq ciepła.

3.2. System ciepłowniczy w Kopenhadze

W Dani ciepło sieciowe stanowi ponad 60% całego produkowanego ciepła. W 2007 roku 80,5% ciepła było wytwarzane w skojarzeniu w elektrociepłowniach. Ponad 20% wytwarzano w zakładach, które jako opał wykorzystują odpady komunalne.

Większość duńskich miast posiada własne systemy ciepłownicze, a największym z nich jest system kopenhaski.

Właścicielami sieci przesyłowej w Kopenhadze są spółki CTR I/S oraz VEKS I/S. Obie dostarczają ciepło do operatorów systemowych, a nie do pojedynczych odbiorców. Ich zadanie polega na odbiorze ciepła od zakładów produkcyjnych i jego transporcie rurociągami przesyłowymi.



Rys. 2 System ciepłowniczy w Kopenhadze

CTR (The Metropolitan Copenhagen Heating Transmission Company)

Sieci CTR zapewniają ciepło dla ok. 90% populacji centrum Kopenhagi, co przekłada się na 275 000 gospodarstw domowych.

CTR powstało w 1984 roku jako firma partnerska gmin Frederiksberg, Gentofte, Gladsaxe, Kopenhaga i Tårnby. Jej główne zadanie to przesyłanie ciepła do indywidualnych odbiorców od dużych przedsiębiorstw ciepłowniczych, głównie spalarni śmieci i zakładów produkujących ciepło w kogeneracji. Ciepłownie olejowe wykorzystywane są tylko przy szczytowym zapotrzebowaniu lub w sytuacjach awaryjnych.

CTR zajmuje się skupem ciepła sieciowego od zakładów produkcyjnych, wytwarzaniem ciepła w swoich zakładach oraz transportem i sprzedażą ciepła do pięciu gmin, w których działa przedsiębiorstwo. Ponadto, CTR wymienia ciepło z drugim operatorem Vestegnens Kraftvarmeselskab I/S (VEKS) i jest udziałowcem instalacji geotermalnej w Amager, z której także odbiera ciepło. Spółka jest odpowiedzialna za planowanie, dalszy rozwój całego systemu przesyłowego i jego funkcjonowanie.

System CTR składa się z 54 km sieci przesyłowej, 3 przepompowni, 14 jednostek szczytowych oraz 56 węzłów ciepłowniczych służących do transformacji parametrów z wysokociśnieniowych na niskociśnieniowe. Zakup ciepła, jego kontrola i dostawy zarządzane są z centrum dystrybucji CTR, który znajduje się w Frederiksbergu.

VEKS (Vestegnens Kraftvarmeselskab I/S)

Systemy zaopatrujące w ciepło Vestegen (podmiejska część Kopenhagi) istnieją od kilkudziesięciu lat. Przed powstaniem VEKS-u lokalne przedsiębiorstwa ciepłownicze produkowały ciepło w mało sprawnych kotłowniach olejowych i węglowych. Kryzys naftowy w latach 70. XX wieku pokazał, że ograniczenie zużycia paliw kopalnych jest wskazane zarówno dla gospodarki, jak i ze względu na środowisko. Zwrócono wówczas uwagę na zbytne uzależnienie od ropy naftowej i podjęto działania nakierowane na rozszerzenie oraz zwiększenie efektywności systemów ciepłowniczych zgodnie z koncepcją: im większa liczba użytkowników, tym sprawniejsze wykorzystanie energii.

VEKS powstał z inicjatywy 11 gmin Vestegen, które postanowiły zaangażować się w zwiększenie efektywności dostarczania i wykorzystywania energii. Misją VEKS jest dystrybuowanie energii cieplnej, wyprodukowanej w dużych elektrociepłowniach oraz spalarniach śmieci za pomocą głównych rur przesyłowych do lokalnych firm ciepłowniczych. Podjęcie decyzji o wykorzystywaniu tego rodzaju ciepła wiązało się ze znacznym obniżeniem zużycia paliw, dzięki czemu niezaprzeczalnie zyskało środowisko naturalne. Vestegen zużywałoby znacznie więcej paliwa na produkcję tej samej ilości ciepła w używanych wcześniej lokalnych ciepłowniach. Zmniejszenie

zużycia paliwa przekłada się na ograniczenie emisji szkodliwych gazów, takich jak dwutlenek węgla oraz tlenki siarki i azotu, które zostały zredukowane o jedną trzecią.

System VEKS

- powstawanie sieci:
 - początek prac – 1986 rok
 - zakończenie prac – 1992 rok
- długość: 104 km
- pojemność: 44,000 m³ wody
- ciśnienie projektowe: 25 bar
- maksymalna średnica rurociągu: 800 mm
- minimalna średnica rurociągu: 100 mm
- przepustowość:
 - minimum: 1 MJ/s
 - maksimum: 35 MJ/s
- zdolność wytwórcza:
 - elektrociepłownie: 495 MJ/s
 - spalarnie: 55 MJ/s
 - akumulatory ciepła: 330 MJ/s
- obciążenie szczytowe: 993 MJ/s

Źródła ciepła

1. Elektrociepłownia Svanemølleværket (SMV)

Dawniej zakład zasilany był węglem, ale w 1985 roku został zmodernizowany. Obecnie jako paliwo wykorzystuje się w nim gaz ziemny i olej. Nowoczesna już dzisiaj elektrociepłownia mieści się w północnej części Kopenhagi i zapewnia miastu znaczną część ciepła. Niedawna modernizacja zwiększyła moc elektryczną zakładu do 85 MWe, a ciepłą do 355 MWt.

2. Elektrociepłownia Avedøreværket (AVV)

Znajduje się Avedøre Holme na południe od Kopenhagi i jest jedną z najsprawniejszych elektrociepłowni na świecie. Zakład produkuje energię elektryczną odpowiadającą rocznemu zużyciu 1,3 miliona gospodarstw domowych, a zaopatruje w ciepło około 200 000 z nich. Produkcja energii elektrycznej i ciepła w skojarzeniu jest czynnikiem decydującym o efektywności energetycznej elektrociepłowni. Zakład składa się z dwóch bloków – Avedøre 1 i 2 o łącznej mocy elektrycznej 810 MWe i ponad 860 MW mocy cieplnej. Avedøre 1 jako paliwo wykorzystuje głównie węgiel, choć może być również zasilane ropą naftową. Natomiast Avedøre 2 opalane jest gazem naturalnym oraz biomasą – jest to największy blok energetyczny zasilany tego rodzaju paliwem na świecie. Na terenie zakładu zlokalizowane

są dwa akumulatory ciepła pozwalające na bardziej efektywne zarządzanie wytworzoną energią cieplną.

3. Elektrociepłownia H.C. Ørstedværket (HCV)

Powstała w 1920 roku. Znajduje się w centrum Kopenhagi. Obecnie głównym paliwem jest gaz ziemny, który w 1994 roku zastąpił węgiel. Moc elektryczna zakładu to 185 MWe, ciepła wynosi zaś 815 MWt.

4. Elektrociepłownia Amagerværket (AMV)

Należy do grupy Vattenfall. Trzy bloki zakładu zasilane są węglem, gazem oraz biomasą. Po modernizacji w 2010 roku będzie osiągała moc ok. 500 MW elektrycznych i ponad 700 MW cieplnych.

5. Spalarnie śmieci

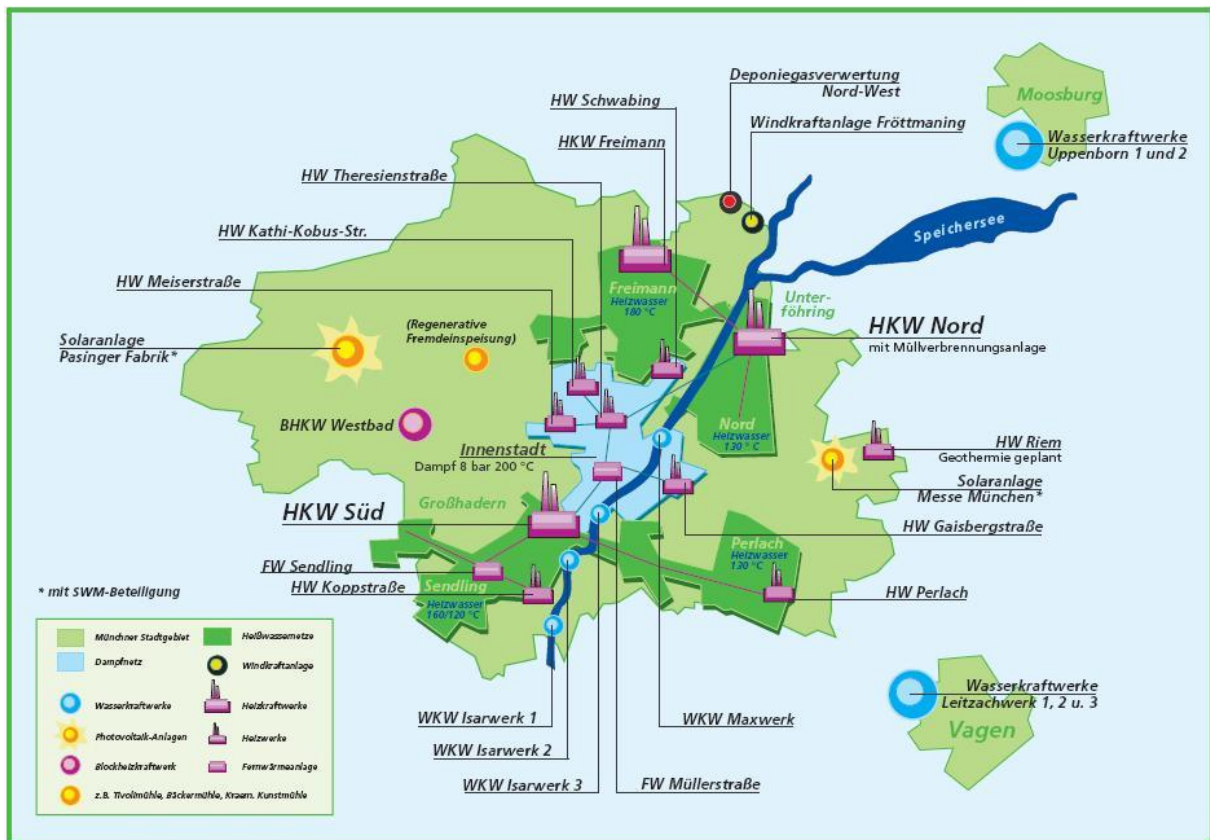
W Kopenhadze zlokalizowanych jest kilka zakładów zajmujących się utylizacją śmieci. Elektrownia opalana odpadami komunalnymi, należąca do grupy Amagerforbrænding, zapewnia elektryczność i ciepło dla ponad 140 000 gospodarstw domowych.

Bibliografia

1. www.veks.dk
2. www.ctr.dk
3. www.vattenfall.dk
4. www.dongenergy.com
5. www.en.wikipedia.org
6. www.amfor.dk
7. Jan Ellendis, Heat Plan Greatest Copenhagen EHP 2009

3.3. System ciepłowniczy w Monachium

Sieć ciepłownicza w Monachium jest własnością spółki miejskiej SWM (Stadtwerke Munchen) i jej początki datuje się na 1908 rok. Pierwszym ogrzewanym obiektem był szpital Schwabing, który zasilano z pobliskiej elektrociepłowni. Sieć rozwijała się w zależności od warunków lokalnych. Najbardziej dynamiczny rozwój miał miejsce w latach 1960–1970. W śródmieściu sieć była zasilana parą, natomiast w dalszych dzielnicach gorącą wodą. Poniższy rysunek (Rys. 3) przedstawia sieć w 2001 roku. Kolorem ciemnozielonym zaznaczona jest sieć zasilana wodą, natomiast błękitnym sieć parowa.



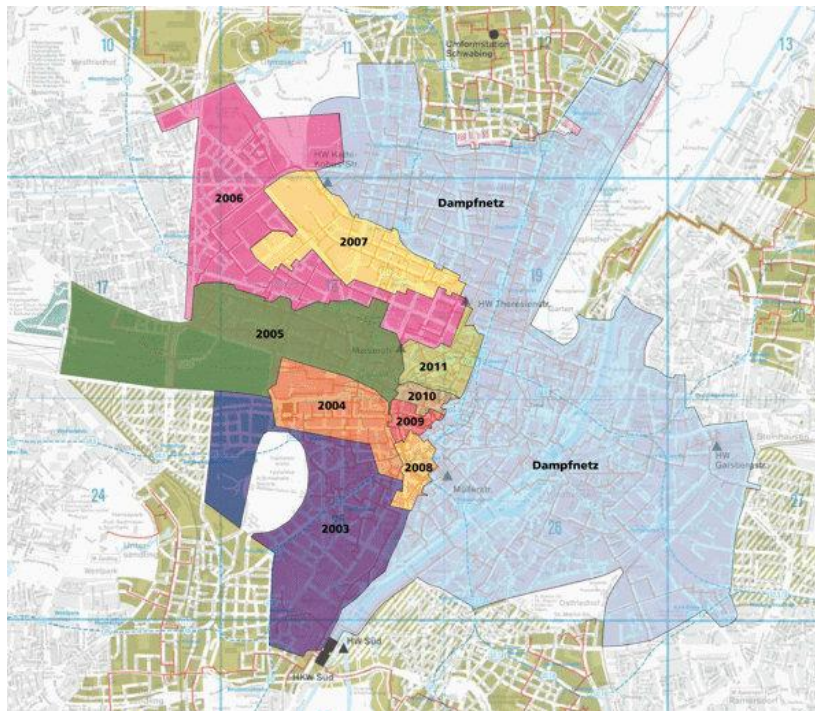
Rys. 3 Sieć ciepłownicza w Monachium (stan na rok 2001)

Od 2003 roku sieć parowa w centrum miasta jest przebudowywana na sieć wodną (ze względu na możliwość obniżenia parametrów czynnika grzewczego). Przyczyni się to do podniesienia sprawności elektrycznej elektrociepłowni i pozwoli ograniczyć emisję dwutlenku węgla o 100.000 ton CO₂ rocznie.

Sieć ciepłownicza w Monachium ciągle się rozrasta. Na prezentowanym rysunku (Rys. 4) na żółtym tle widać istniejącą sieć, natomiast zakreślony obszar stanowi sieć, która miała być ukończona do końca 2009 roku. Dwie nowe dzielnice zrezygnowały z produkcji energii cieplnej w osiedlowych kotłowniach na rzecz miejskiej sieci ciepłowniczej, która produkuje ciepło w kogeneracji.



Rys. 4 Sieć ciepłownicza w Monachium (stan na rok 2009)



Rys. 5 Modernizacja sieci ciepłowniczej w Monachium w latach 2003 – 2011

W Monachium parowe sieci ciepłownicze były dość popularne przede wszystkim ze względu na łatwość wykorzystania nośnika ciepła, którym zasilano odbiorców znajdujących się w pobliżu sieci. Sieć parowa jest jednak stosunkowo droga. Przede wszystkim występują w niej duże straty ciepła ze względu na wysokie parametry pary (w Monachium 8 bar, 200°C). Ponadto, stosowane w niej rury stalowe przyczyniają się do wysokich kosztów budowy i eksploatacji.

W 2000 roku 230 km rurociągów stanowiła sieć parowa, z której korzystało 4 400 klientów. W roku 2003 rozpoczęto jej przebudowę. Każdego roku planowano przebudowywać 23 km sieci parowej dla ok. 400 klientów (Rys. 5).

Tylko 5% ciepła wykorzystywane jest jako ciepło wysokotemperaturowe w postaci pary dla stołówek, do procesów nawilżania powietrza w pomieszczeniach i do chłodziarek absorpcyjnych. Ze względu na to, że około 95% ciepła dostarczanego do klientów w Monachium nie wymaga temperatury wyższej od 100°C, odchodzi się od sieci parowej i stosuje sieć wodną o niższych parametrach.

Tabela 1. Produkcja ciepła w poszczególnych latach

	2001	2006	2007	2008
Roczna produkcja ciepła [GWh]	4748	5127	3754	4436

Tabela 2. Porównanie długości sieci oraz obciążenia maksymalnego w poszczególnych latach

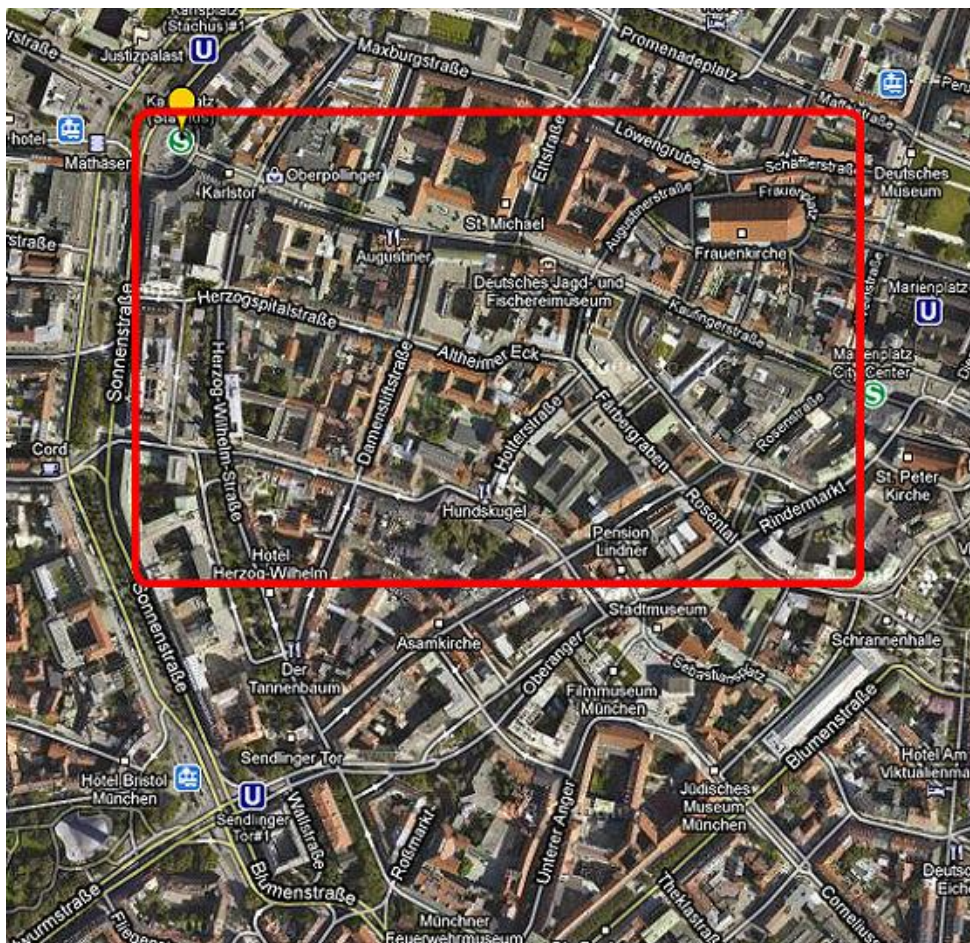
	2001	2006	2008
Maksymalne obciążenie [MWq]	1699	1721	-
Długość sieci ciepłowniczej [km] (w tym ok. 250 sieci parowej)	548	617	640

Z sieci korzysta ponad 100 000 mieszkańców. W systemie znajduje się 11 437 liczników ciepła.

Chłód sieciowy

Korzystanie z chłodu sieciowego zamiast z rozproszonych instalacji klimatyzacyjnych pozwala na oszczędność energii pierwotnej (energii w paliwie).

Sieć chłodu w Monachium została zainicjowana przez Centrum Badań i Innowacji (FIZ) firmy BMW. Od kwietnia 2004 roku SWM zainwestowało 6,5 mln euro w sieć chłodniczą. Jej długość wynosi 4,6 km, a oszczędności, które udało się dzięki niej uzyskać wynoszą 10 000 MWh. Zimna woda pobierana jest z głębi ziemi ze źródła, które znajduje się pod linią metra i tłoczona jest do sieci chłodniczej. Istnieje możliwość przyłączenia nowych odbiorców w okolicach istniejącej sieci chłodniczej.



Rys. 6 Sieć chłodnicza w Monachium

Tabela 3. Zestawienie parametrów sieci chłodniczej

Rok	Moc chłodnicza	Przepływ wody	
2004	3,5 MW	600 m ³ /h	167 l/s
2005	4,0 MW	686 m ³ /h	195 l/s
Od 2006	5,0 MW	857 m ³ /h	238 l/s

Źródła energii

Elektrownie i ciepłownie należą do spółki miejskiej SWM.

1. Elektrociepłownia Nord

Składa się z 3 niezależnych bloków energetycznych, które wytwarzają energię ciepłą w kogeneracji. Większa część energii produkowana jest w bloku 2., który opalany jest węglem kamiennym (w ciągu roku spalane jest 800 000 ton węgla). W blokach 1. i 3. spalane są śmieci miejskie oraz osad ściekowy pozostały z procesu oczyszczania ścieków (w 2006 roku ilość spalonych śmieci oscylowała na poziomie 700 000 ton). W czasie dużego zapotrzebowania na energię ciepłą zainstalowane w elektrociepłowni kotły gazowe produkują energię ciepłą szczytową. Łączna moc ciepła wynosi 900 MWq, a moc elektryczna 360 MW. Elektrociepłownia zasila północną część sieci ciepłowniczej oraz sieć parową w centrum miasta. Za szczególnie innowacyjne i przyjazne środowisku wytwarzanie energii elektrycznej Elektrociepłownia Nord otrzymała w 1993 roku prestiżową nagrodę Powerplant Award.

2. Elektrociepłownia Süd

Energia elektryczna wytwarzana jest w tej instalacji od 1899 roku, a energia ciepła od 1969 roku. W 1980 roku w miejsce kotła parowego zainstalowano pierwszy układ gazowo-parowy, a w 2004 roku drugi. W turbinach gazowych spalany jest gaz ziemny, ale w przypadku jego braku może być wykorzystywany lekki olej opałowy. Maksymalna moc elektryczna EC Süd wynosi 698 MW. Maksymalna moc ciepła (814 MWq) może być wykorzystywana przez klienta do podgrzewu gorącej wody w dzielnicach Sendling i Perlach oraz do wytwarzania pary wodnej zasilającej obszar w śródmieściu.

3. Elektrociepłownia Freimann

Produkuje energię ciepłą w kogeneracji od 1974 roku w dwóch turbinach gazowych. Jako paliwo wykorzystywany jest gaz ziemny. Maksymalna moc elektryczna to 160 MW, natomiast moc ciepłownicza to 400 MWq. Elektrownia zasila sieć ciepłowniczą w dzielnicy Friemann. Znajduje się w niej 15 zbiorników wodnych, które pełnią funkcję akumulatora ciepła.

4. Elektrociepłownia silnikowa Westbad

Oprócz dwóch silników tłokowych o obiegu Otto znajdują się 2 kotły zasilane gazem ziemnym. Łączna moc cieplna obiektu to 9,36 MWq, a moc elektryczna to 1,76 MW.

5. Ciepłownia Theresienstraße

Od 1963 do 2006 roku obiekt był elektrociepłownią. W wyniku modernizacji zrezygnowano ze spalania węgla kamiennego i zainstalowano dwa kotły wodne opalane gazem ziemnym, każdy o mocy 102 MWq. Zasilają one sieć parową oraz przekształconą część sieci wodnej w centrum miasta. Obecnie ciepłownia stanowi centrum monitorowania w ciepłowniach „pracy bez nadzoru”.

6. Ciepłownia Kathi-Kobus-Straße

Ciepłownia działa od 1965 roku (po przebudowie w 1999 roku w trybie „pracy bez nadzoru”). Pracuje jeden kocioł o mocy 74 MWq, który zasila sieć parową w centrum miasta.

7. Ciepłownia Gaisbergstraße

Działa od 1974 roku, przebudowana w 2001 roku. Zasila sieć parową w centrum miasta. W ciepłowni są zainstalowane 3 kotły o łącznej mocy ciepłowniczej 147 MWq.

8. Ciepłownia Schwabing

Wcześniej nie miała połączenia z siecią ciepłowniczą, zasilala wyłącznie szpital Schwabinger. Obecnie po modernizacji w 2000 roku jest włączona do sieci tak jak inne ciepłownie.

9. Ciepłownia Zentralwäscherei

Podobnie do ciepłowni Schwabing do 2006 roku nie miała połączenia z siecią ciepłowniczą. Obecnie jest przyłączona do sieci, jednak zaopatruje głównie centralną pralnię miejską w parę technologiczną oraz w gorącą wodę. W ciepłowni zainstalowane są 3 kotły o łącznej mocy 7 MWq.

10. Ciepłownia Koppstraße

Uruchomiona w 1967 roku, zmodernizowana w 2001 roku, od tamtej pory działa w trybie „pracy bez nadzoru”. Zainstalowane dwa kotły o łącznej mocy 90 MWq, zasilają wodną sieć w dzielnicy Sendling.

11. Ciepłownia Perlach

Powstała w 1980 roku, zmodernizowana w 2001 roku. W ciepłowni znajdują się 3 kotły, każdy o mocy 53 MWq. Zasila sieć ciepłowniczą w dzielnicy Perlach.

12. Ciepłownia oraz instalacja geotermalna Riem

Uruchomiona w 2003 roku. Zainstalowano 3 kotły o łącznej mocy 35 MWq. Moc instalacji geotermalnej to 9 MWq. Ciepłownia zasila sieć w dzielnicy Riem.

Ciekawostką jest biogazownia zaopatrująca w energię elektryczną i ciepłą ogród zoologiczny. W instalacji spalany jest biogaz z fermentacji odchodów zwierzęcych z ogrodu zoologicznego oraz z odpadów roślinnych niezjedzonych przez zwierzęta. Moc biogazowni to 40 kW mocy elektrycznej i 74 kWq mocy cieplnej. Roczna produkcja energii elektrycznej i cieplnej w biogazowni to odpowiednio 240.000 kWh i 230.000 kWh.

Bibliografia:

1. <http://www.bine.info/topnavigation/veranstaltungen/veranstaltungskalender/verknuepft-e-inhalte/publikation/fernwaerme-dampfnetze-auf-heisswasser-umstellen/?subpageof=&artikel=256>
2. <http://www.swm.de/de>

3.4. System ciepłowniczy w Sztokholmie

W Sztokholmie istnieje pięć przedsiębiorstw zajmujących się produkcją ciepła na potrzeby tej aglomeracji. Są to:

- Fortum
- E.On
- Norrenergi
- Söderenergi
- Vattenfall

Poza tym firma Söderenergi dostarcza ciepło do dwóch dystrybutorów Tälje Nät i Södertörns Fjärrvärme AB. Dodatkowo na rynku działa również firma Sollentuna Energi, która jest w głównej mierze dystrybutorem ciepła, jednak posiada też swoje niewielkie jednostki produkcyjne.

Systemy ciepłownicze w aglomeracji Sztokholmu są ze sobą częściowo połączone. Te połączenia zostały wykonane w celu wspierania wspólnych przedsięwzięć mających na celu obniżenie kosztów produkcji. Niższe koszty produkcji nie są jednak gwarancją długoterminowego obniżenia cen sprzedaży energii cieplnej. Systemy ciepłownicze napotykają tu na konkurencję w postaci nowych, innych form ogrzewania.

Ok. 60% odbiorców zaopatrywanych jest w ciepło z systemów ciepłowniczych (jest to równoważne z ok. 5,5TWh ciepła sprzedawanego ponad 6000 odbiorcom). Ciepło sieciowe rywalizuje głównie z lokalnymi, większymi lub mniejszymi źródłami opalonymi olejem lub wykorzystującymi energię elektryczną.

Większa integracja sieci ciepłych różnych operatorów w Sztokholmie i sąsiednich miejscowościach sprzyja rozwojowi źródeł kogeneracyjnych. Już teraz z ok. 5,5 TWh sprzedawanej energii ponad 250 GWh jest eksportowanych poza granice miasta. Transakcje te stanowią część długoterminowych projektów mających na celu jak najefektywniejsze wykorzystanie zasobów ciepła w regionie.

System dystrybucji ciepła na terenie aglomeracji Sztokholmu jest obecnie podzielony na trzy główne sieci: centralną, północno-zachodnią i południową. Całkowita długość systemu wynosi ok. 800 km.

Ciepło sieciowe przyczynia się do znacznej poprawy jakości powietrza w Sztokholmie. W miarę zastępowania nim indywidualnych ciepłowni opalanych paliwami kopalnymi, powietrze staje się coraz mniej zanieczyszczone. Szacuje się, że co roku zastępowanych jest ok. 200 indywidualnych kotłowni. Ponadto, emisje tlenków azotu, siarki i pyłów zostały znacznie ograniczone dzięki zastosowaniu nowoczesnych i bardziej wydajnych technologii, jak chociażby zastosowanie zaawansowanych systemów oczyszczających spaliny w elektrowniach.

W Sztokholmie wykorzystywanie ciepła sieciowego daje ogromne możliwości użycia niekonwencjonalnych, bardziej ekologicznych źródeł energii. Producenci ciepła dążą do coraz szerszego wykorzystania biopaliw, energii słonecznej i ciepła zakumulowanego w wodzie morskiej oraz odzyskanego podczas oczyszczania ścieków. Na coraz szerszą skalę wykorzystywane są pompy ciepła przy współpracy z energią pozyskiwaną z wody. Wszystkie te technologie dają ok. 50% udziału energii ze źródeł odnawialnych przy produkcji energii cieplnej.

Klienci wywierają ogromny nacisk na ekologię, co z kolei przekłada się na coraz większy udział energii odnawialnej i nowsze technologie produkcyjne.

Istnieje zapotrzebowanie na rozwój sieci ciepłowniczych. W ostatnich latach nowe moce przyłączane do systemów odpowiadały zapotrzebowaniu ok. 150 – 200 GWh rocznie. Zapotrzebowanie to ma być pokrywane głównie przez efektywnie wykorzystanie obecnych źródeł produkcyjnych. Co więcej, dalszy rozwój ciepła sieciowego został uzasadniony również z ekonomicznego punktu widzenia.

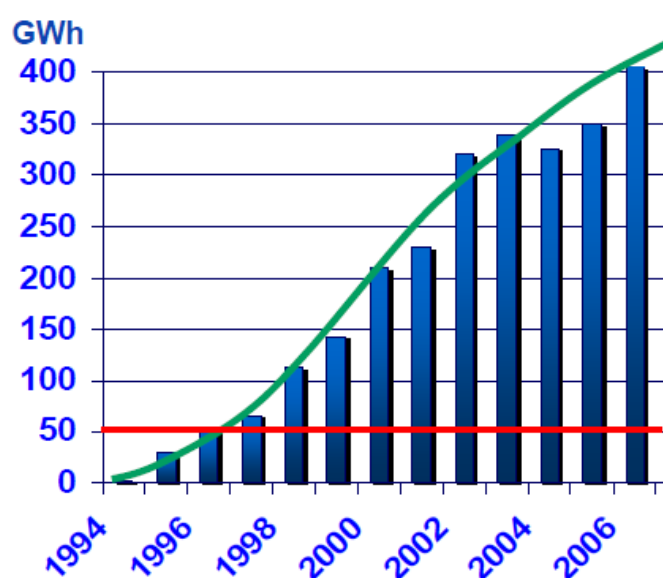
W perspektywie czasu sytuacja energetyczna Szwecji będzie korzystna. Co prawda może pojawić się konieczność zwiększenia wytwórczej mocy elektrycznej, jednak przyglądając się bliżej obecnej polityce kraju, nie będą to moce pozyskiwane z elektrowni jądrowych lub wodnych. W związku z tym istnieje duża szansa na rozwój źródeł energii wykorzystujących kogenerację jako bardzo konkurencyjny sposób pozyskiwania energii.

Duże zapotrzebowanie na energię w Sztokholmie pozwala na wykorzystanie bardzo różnorodnych źródeł wytwórczych. Obecnie ok. 30% ciepła pozyskiwane jest z paliw kopalnych, czyli ropy naftowej i węgla. Biopaliwa wykorzystywane są do produkcji ok. 24% ciepła. Dzięki ściekom i wykorzystaniu wody morskiej, głównie przy pomocy pomp ciepła, produkuje się kolejne 25%.

Największe jednostki wytwórcze w Sztokholmie to cztery elektrociepłownie: Värtan, Hammarby, Högdalen i Hässelby. Wytwarzają one łącznie ok. 6 tys. GWh energii cieplnej.

Chłód sieciowy

Coraz powszechniejszym i szybko rozwijającym obszarem działalności spółek dystrybucyjnych na terenie Sztokholmu jest chłód sieciowy, wykorzystujący w dużej mierze istniejącą infrastrukturę. Chłód wytwarzany z wody morskiej jest rozprowadzany głównie do centralnej części miasta za pomocą nowych rurociągów ułożonych w istniejących tunelach rur systemu ciepłowniczego. Popyt na tego rodzaju usługę jest coraz większy. Działalność systemu została zainaugurowana podczas wyjątkowo gorącego lata 1994 roku, od tego czasu sieć rozprowadzania chłodu cały czas się rozwija.



Rys. 7 Zapotrzebowanie na chłód sieciowy w Sztokholmie w ostatnich latach

3.5. System ciepłowniczy w Wiedniu

Decyzja o powstaniu systemu ciepłowniczego w Wiedniu zapadła w 1965 roku, natomiast początek działania systemu datowany jest na 30 stycznia 1969 roku.

Sieć ciepłownicza należy do spółki miejskiej Wien Energie. Całkowita długość wiedeńskiej sieci wynosi 1169 km. Sieć magistralna stanowi 542 km, a sieć rozdzielcza 575 km. W skład systemu wchodzi lokalne sieci ciepłownicze o długości 31 km (sieć magistralna) i 20 km (sieć rozdzielcza). Prawie 100% sieci jest zasilane gorącą wodą, jedynie 4,2 km parą. Wiedeński system pokrywa 36% zapotrzebowania

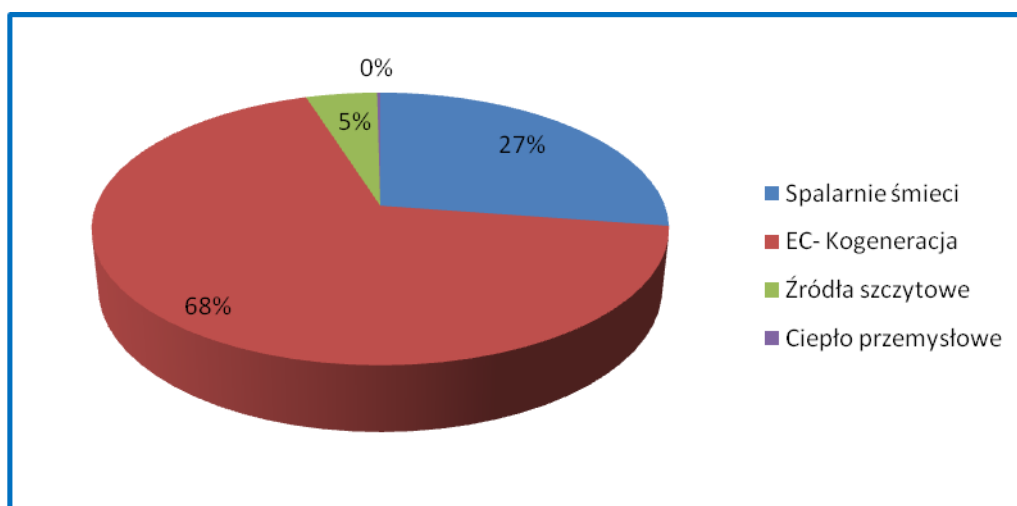
Wiednia na ciepło. Korzysta z niego 296 000 mieszkań oraz 5 831 dużych odbiorców (zakłady przemysłowe, urzędy, etc.).

Tabela 4. Zainstalowana moc ciepłownicza w poszczególnych źródłach

	Moc zainstalowana [MW]
Spalarnie śmieci	240
Elektrociepłownie (gaz ziemny, olej opałowy)	1575
Źródła szczytowe	1450
Ciepło przemysłowe	6

Tabela 5. Produkcja ciepła w poszczególnych źródłach w Wiedniu w latach 2006 – 2008

	2006/07 [GWh]	2007/08 [GWh]	2008/09 [GWh]
Spalarnie śmieci	1374,4	1470	1510
Elektrociepłownia – kogeneracja	3125,4	3911,9	3736,1
Źródła szczytowe	259,6	239,6	173,3
Ciepło przemysłowe	11,3	13,7	19,7
Suma	5517	5635,2	4693



Rys. 8 Struktura produkcji ciepła na potrzeby systemu ciepłowniczego (dane za okres 01.10.2008 – 30.09.2009)

Tabela 6. Długość sieci ciepłowniczej w ostatnich latach

		2006/07 [km]	2007/08 [km]	2008/09 [km]
Sieć ciepłownicza	Sieć magistralna	528,3	532,5	542,4
	Sieć rozdzielcza	546,6	559,7	575,8
	Suma	1074,9	1092,2	1118,2
Lokalne sieci	Sieć magistralna	40,2	44,2	31
	Sieć rozdzielcza	19,5	19,4	20,2
	Suma	59,7	63,6	51,2

Źródła ciepła:

1. Elektrociepłownia Spittelau

Kocioł spalający odpady miejskie o mocy 60 MWq. Szczytowy kocioł o mocy cieplnej 400 MWq opalany gazem ziemnym lub lekkim olejem opałowym.

2. Spalarnia Floetyersteig

Moc cieplna wynosi 51 MWq i powstaje podczas termicznego przetwarzania odpadów miejskich.

3. Spalarnia Simmeringer Haide

Moc cieplna wynosi 75 MWq i powstaje podczas termicznego przetwarzania odpadów miejskich, odpadów przemysłowych oraz osuszonego osadu pościelowego z oczyszczalni ścieków.

4. Spalarnia Pfaffenau

Moc cieplna wynosi 54 MWq i powstaje podczas termicznego przetwarzania odpadów miejskich. W zakładzie działa również biogazownia z silnikiem tłokowym o mocy 1 MWq.

5. Raffinerie Scwechat

Moc cieplna wynosi 168 MWq, otrzymywana jest w elektrociepłowni parowej, w której spalany jest gaz ziemny, ciężkie oleje opałowe oraz odpady porafineryjne.

6. Elektrociepłownia Simmering

W elektrociepłowni znajdują się 4 bloki. Blok 1. gazowo-parowy opalany jest gazem ziemnym o mocy cieplnej 450 MWq. Blok 2. jest blokiem parowym, opalany gazem ziemnym o mocy 150 MWq. Blok 3., parowy o mocy 350 MWq, opalany jest gazem

ziemnym lub ciężkim olejem opałowym, a blok 4. o mocy cieplnej 37 MWq – biomasa leśną.

7. Elektrociepłownia Donaustadt

Elektrociepłownia parowa opalana gazem, zainstalowana moc cieplna to 250 MWq.

8. Elektrociepłownia Leopoldau

Układ gazowo-parowy o mocy cieplnej 170 MWq opalany jest gazem ziemnym; szczytowy kocioł o mocy 170 MWq opalany jest gazem ziemnym lub lekkim olejem opałowym.

9. Ciepłownia Arsenal

Szczytowy kocioł o mocy 340 MWq opalany jest gazem ziemnym lub ciężkim olejem opałowym.

10. Ciepłownia Kargan

Szczytowy kocioł o mocy 200 MWq opalany jest gazem ziemnym lub ciężkim olejem opałowym.

11. Ciepłownia Inzersdorf

Szczytowy kocioł o mocy 340 MWq opalany jest gazem ziemnym lub lekkim olejem opałowym.

Ponadto, do systemu ciepłowniczego włączony jest szpital Wilhelminenspital z kotłem parowym opalany lekkim olejem opałowym o mocy 14 MWq oraz firmy Henkel i Hrachowina z odpowiednimi mocami 3,5 MWq i 1,5 MWq.

3.6. System ciepłowniczy w Pradze

Praskie przedsiębiorstwo ciepłownicze zostało założone w 1992 roku. Jego początek możemy datować już na 1897 rok, w którym powstało Przedsiębiorstwo Elektryczne Królewskiego Miasta Pragi. Obecny system ciepłowniczy ma swe początki w latach 70. XX wieku, kiedy zaczęły powstawać pierwsze praskie betonowe osiedla, a system ciepły został uznany za najlepszy sposób na zaopatrzenie ludności w ciepłą wodę i ogrzewanie.

Na początku system był zasilany dostępnym na miejscu węglem brunatnym, później ciężkim olejem opałowym i gazem ziemnym. W latach 80., w następstwie pogarszającej się jakości powietrza, powstał pomysł użycia ciepła odpadowego. Do

tego celu planowano wykorzystać elektrownię w pobliskim mieście Mělník. Projekt wystartował w 1987 roku, jednak upadek reżimu komunistycznego spowodował jego przerwanie już w 1989 roku.

Obecnie sprywatyzowane Praskie Przedsiębiorstwo Ciepłownicze wspólnie z właścicielami elektrowni Mělník postanowiło wdrożyć ten projekt tak, aby odpowiadał nowej gospodarce rynkowej. Dostawy ciepła przestały być postrzegane jako służba publiczna i subsydia na nie zostały wycofane. W związku z tym obie firmy powołały do życia spółkę Energotrans. Budowa elektrowni została ukończona w 1995 roku. Wtedy to pierwsze gigadżule ciepła popłynęły z Mělník do Pragi. Jednak rozwój praskiej sieci ciepłej był jeszcze daleki od zakończenia. Przez lata 90. XX wieku i początek XXI wieku kolejne obszary zasilane przez lokalne sieci były podłączane do systemu, co doprowadziło do wydłużenia głównych magistral sieci z elektrociepłowni Mělník do dzielnicy Modrany (do ponad 60 km w 2001 roku).

Rozwój kontynuowano w 2002 roku podłączając system ciepły miasta Neratovice, który został zniszczony podczas katastrofalnej powodzi, która nawiedziła Czechy w 2002 roku. Odbudowany system włączono do systemu miejskiego. Podobnie parowy system ciepły regionu Ivalidovna po zalaniu przez powódź został całkowicie wymieniony na system wodny i podłączony do głównego praskiego systemu ciepłowniczego w 2004 roku. Ostatnimi podłączonymi regionami były Horní Počernice i Horní Měcholupy kolejno w 2005 i 2008 roku. Ponad 50 ciepłowni opalanych gazem ziemnym zostało wycofanych z eksploatacji, natomiast większe ciepłownie włączono do sieci jako źródła szczytowe. Rozwój praskiej sieci ciepłej doprowadził do znacznego ograniczenia emisji spalin w wysoko zanieczyszczonych terenach miejskich oraz zwiększenia efektywności energetycznej poprzez większe wykorzystanie energii ciepłej ze źródeł kogeneracyjnych. Oba opalane węglem zakłady w Pradze oraz jednostka w Mělník przeszły gruntowną modernizację mającą na celu dostosowanie się do surowych norm emisyjnych wprowadzonych w 1998 roku przez Unię Europejską.

Powyższe inwestycje, wprowadzane przez dwie ostatnie dekady, doprowadziły do powstania jednego z największych scentralizowanych systemów ciepłych

w Europie. Był on pomocny w ograniczeniu zanieczyszczenia przy jednoczesnym pewnym i bezpiecznym zaopatrzeniu w ciepło ponad 200 tysięcy gospodarstw domowych oraz tysięcy innych odbiorców zarówno z sektora publicznego, jak i prywatnego Pragi oraz pobliskiego miasta Neratovice.

Podstawowe dane praskiego systemu ciepłowniczego

- Medium transportującym ciepło jest woda o temperaturze obliczeniowej do 140°C.
- Nominalne ciśnienie w rurociągach to 2,45 MPa.
- Długość głównego kolektora to 63,6 km (od elektrociepłowni w Mělník do Modranów).
- Całkowita długość rurociągów to 1365,5 km.
- Całkowita ilość ciepła sprzedanego w 2008 roku to 10 PJ (2,8 TWh).
- Ilość energii cieplnej wytwarzanej w kogeneracji to 83%.
- Produkcja ciepła w elektrociepłowniach w 2008 roku wyniosła 966 GWh.

Źródła ciepła

1. Elektrociepłownia Mělník

- liczba kotłów – 6
- ilość turbin – 6
- maksymalna moc kotła – 230 t/h pary
- ciśnienie pary – 9,4 MPa
- temperatura pary – 540°C
- paliwo – węgiel brunatny
- całkowita moc elektryczna – 352 MWe

2. Elektrociepłownia Malesice II

- liczba kotłów – 6
- ilość turbin – 2
- maksymalna moc cieplna kotła – 180 t/h pary
- ciśnienie 13,6 MPa
- temperatura pary – 536°C
- paliwo – nisko zsiarzony węgiel kamienny
- całkowita moc elektryczna – 110 MWe

3. Elektrociepłownia Michle

- liczba kotłów – 2
- maksymalna moc cieplna kotła – 35,5 i 7,5 MWt
- paliwo – gaz ziemny
- ilość turbin – 1
- całkowita moc elektryczna – 6 MWe